Die Chromosomenzahlen der *Hamamelidae*

Von WILFRIED MORAWETZ und HEIMO RAINER

Mit 3 Abbildungen und 2 Tabellen

(Vorgelegt in der Sitzung der mathem.-naturw. Klasse am 15. Jänner 1988 durch das w. M. FRIEDRICH EHRENDORFER)

Abstract

As a first part of karyosystematic studies on the *Hamamelidae* a literature survey is presented. Chromosome numbers (Tab. 1) underline the following systematic grouping: As a basic stock and link with the *Magnoliales* appear *Trochodendrales* with *Trochodendraceae*, *Tetracentraceae* and *Cercidiphyllaceae*. They are all palaeopolyploid, have partly 2n = 38, similar, e. g., to many Magnoliaceae. The *Eupteleaceae (2n = 28)* are karyologically somewhat more remote. The *Hamamelidales (Hamamelidaceae, Platanaceae* and *Myrothamnaceae)* and *Fagales (Fagaceae, Betulaceae, Balanopaceae)* exhibit a similar karyological differentiation, somewhat reminiscent of *Casuarinales (Casuarinaceae). Leitneriaceae, Juglandaceae* and *Myricaceae* have the same chromosome base number (x = 8), the last one with an extensive polyploid series (2x, 4x, 6x, 12x). Within *Urticales, Moraceae* and *Urticaceae* exhibit a very similar evolutionary pattern of chromosome number differentiation; to this *Ulmaceae* also fit well, whereas *Eucommiaceae* appear isolated.

The original base number in *Hamamelidae* probably is 2n = 16 (x = 8), similar to that in *Magnoliidae.* Numerical differentiation is due to short dysploid series in most of the families and a long series in Casuarinaceae. Both, dysploidy on diploid and polyploid levels as well as ortho-and anorthoploidy, are characteristic for *Moraceae, Urticaceae*, and also *Ulmaceae.* The frequent gap in the chromosome number series between 2n = 16 and 2n = 22, 24 is best explained by triploidy and subsequent stabilisation.

All these data and preliminary karyomorphological results are not in conflict with the assumption of a monophyletic origin of the *Hamamelidae.*

Einleitung

Die *Amentiferae*, charakterisiert durch meist holzige Vertreter, vielfach vorkommende Windblütigkeit und stark reduzierte Blüten, stehen seit Jahren im Zentrum des systematischen Interesses. Während sie in früheren Systemen des Pflanzenreiches häufig als *Hamamelidae* (oder *Hamamelididae)* zusammengefaßt wurden (z. B. TAKHTAJAN 1973), sind neuerdings Zweifel über ihre monophyletische Abstammung aufgetreten. Entsprechend sind die Familien, die in klassischen Konzepten als

Tabelle 1. Überblick über die 2n Chromosomenzahlen der Hamamelidae. Die systematische Gruppierung wurde unter Berücksichtigung der Systeme von TAKHTAJAN (1973), ENDRESS (1977) sowie eigenen karyologischen Befunden erstellt.

1. Trochodendraceae:												(38)	40														
2. Tetracentraceae:												(38)				ca. 48											
3. Cercidiphillaceae:												38															
4. Eupteleaceae:								28																			
5. Casuarinaceae:			18	20	22	24	26	28		33					44				55	56							
6. Hamaamelidaceae:		16				24				32						48							72				
7. Platanaceae:														42													
8. Myrothamnaceae:				20																							
9. Betulaceae: (inkl. Corylaceae)		16			22			28						42						56	62	64	70		84		
10. Fagaceae:						24	26									48									84		
11. Balanopaceae:														42													
12. Leitneriaceae:										32																	
13. Juglandaceae:										32												64					
14. Myricaceae:		16								32						48										96	
15. Moraceae: (ink. Cannabaceae)	14	16		20		24	26	28		32		39	40	42				52		56		64					308
16. Urticaceae:	14	16		20	22	24	26	28		32				42		48	50	52									
17. Ulmaceae:				20			(26)	28	30				40							56				80	84		
18. Eucommiaceae:											34																

verwandt betrachtet worden sind, mittlerweile von einigen Autoren weit auseinandergestellt worden.

Erstaunlicherweise sind bei jüngsten makrosystematischen Diskussionen chromosomale Daten kaum oder nur am Rande behandelt worden (siehe EHRENDORFER & DAHLGREN 1983). Das liegt unter anderem daran, daß für viele Taxa die einfachsten karyologischen Daten fehlen, so z. B. konnten wir während der Literaturrecherche keinen brauchbaren Karyotypus für *Fagus sylvatica* finden. Dabei können neben den Chromosomenzahlen zahlreiche nukleotypische Parameter sinnvoll für die Klassifizierung auf Familien- und häufig sogar Ordnungsebene eingesetzt werden (MORAWETZ 1986).

Die hier vorliegende Studie ist der erste Teil einer karyosystematischen Bearbeitung der *Hamamelidae*. Sie beinhaltet im wesentlichen eine Revision der uns zugänglichen Literatur, eine kurze Diskussion der Chromosomenzahlen und einige Chromosomenbilder. In einem zweiten Schritt sollen dann an Hand von ausgewählten Taxa weitere Originaldaten zur Karyomorphologie und Karyoevolution präsentiert werden.

Die Auswahl der Familien richtet sich im wesentlichen nach TAKHTAJAN (1973), weitere, als potentielle Verwandte in Frage kommende Taxa werden im zweiten, später folgenden Teil der Untersuchungen behandelt.

Für die Erstellung der Listen 1 und 2 wurden folgende Chromosomenzahlenindices berücksichtigt: FEDOROV (1969), ORNDUFF (1967, 68), MOORE (1973, 74, 77) und GOLDBLATT (1981, 82). Eine kritische Sichtung der Bestimmungen, der verwendeten Namen und der Brauchbarkeit der publizierten Ergebnisse konnte im Rahmen dieser Arbeit nur teilweise erfolgen. Jedoch wurden die meisten uns in der Bibliothek des Instituts für Botanik der Universität Wien zugänglichen Arbeiten eingesehen.

Ergebnisse und Diskussion

Die bisher bekannten Chromosomenzahlen der *Hamamelidae* sind mit Artbezeichnung und Quellenangabe in der Tabelle 2 angeführt. Eine resümierte und kritisch gesichtete Form dieser Daten, systematisch auf Familienebene geordnet, findet sich in Tabelle 1.

Tabelle 2. Chromosomenzahlen der Hamamelidae. Die Taxa sind alphabetisch geordnet. Die fettgedruckte Zahl links vom Strichpunkt bedeutet die Chromosomenzahl, die rechts davon die Nummer des Literaturzitates.

Balanopaceae: *Balanops:* B. australiana (**40**; 114)

Betulaceae (incl. Corylaceae): *Alnus:* A. borealis (**56**; 69), A. cordata (**28**; 102, 103, 104), A. cordata (**42**; 33, 69), A. crispa (**28**; 46, 108, 112), A. crispa subsp. sinuata (**28**; 98), A. glutinosa (**28**; 16, 33, 102, 103, 104), A. glutinosa (**56**; 108, 112), A. hirsuta (**56**; 23, 36), A. incana (**28**; 33, 46, 55, 89, 102, 103, 104, 112), A. japonica (**28**; 102, 103, 104), A. japonica (**42**; 23), A. japonica (**56**; 33, 108, 112), A. maritima (**28**; 108, 112), A. maximowiczii (**28**; 23), A. nepalensis (**28**; 55), A. orientalis (**28**; 69), A. orientalis (**42**; 23), A. pendula (**28**; 36, 98), A. pubescens (**28**; 69), A. rubra (**28**; 33, 102, 103, 104), A. rugosa (**28**; 46, 108, 109, 112), A. sibirica (**28**; 69), A. sieboldiana (**112**; 37), A. spaethii (**56**; 112), A. subcordata (**28**; 102, 103, 104, 112), A. subcordata (**42**; 23, 33), A. subcordata (**56**; 23), A. tenuifolia (**28**; 23), A. tinctoria (**42**; 69), A. viridis (**28**; 14, 50, 89, 103, 104)
Betula: B. alba (**28, 42, 56**; 7), B. alnoides (**28**; 55), B. callosa (**56**; 48), B. coerulea (**28**; 107, 112), B. coerulea-grandis (**28**; **24**, 107), B. cordifolia (**28**; 50), B. cylindrostachys (**28**; 55), B. davurica (**56**; 70), B. davurica (**90**; 107), B. fontinalis (**28**; 107, 112), B. fruticosa (**56**; 70), B. glandulosa (**28**; 50, 70), B. grossa (**84**; 107, 112), B. humilis (**28**; 33, 103), B. jackii (**42, 56**; 107), B. japonica (**28**; 107), B. lenta (**28**; 107, 112), B. luminifera (**28**; 70), B. lutea (**84**; 107, 110, 112), B. maximowicziana (**28**; 107, 112), B. nana (**28**; 33, 47, 49, 103, 104), B. nigra (**28**; 107), B. papyrifera (**56, 70, 84**; 24, 46, 107, 110), B. papyrifera var. cordifolia (**56**; 107, 110), B. papyrifera var. glandulifera (**56**; 110), B. papyrifera var. kenaica (**70**; 110, 112), B. papyrifera var. occidentalis (**84**; 110, 112), B. papyrifera var. subcordata (**56**; 110, 112), B. pendula (**28**; 107), B. populifolia (**28**; 46, 107), B. pubescens (**56**; 49, 50, 107), B. pumila (**56**; 107, 112), B. raddeana (**28**; 70), B. sandbergii (**62, 64**; 107), B. schmidtii (**28**; 107), B. tortuosa (**56**; 47), B. urticifolia (**56**; 33), B. utilis (**28**; 110, 112), B. utilis (**56**; 55), B. verrucosa (**28**; 16, 46, 107)
Carpinus: C. betulus (**16**; 33, 103, 104), C. betulus (**16, 54**; 34, 110, 112), C. betulus (**64**; 89), C. caroliniana (**16**; 110, 112), C. carpinizza (**16**; 34), C. cordata (**16**; 110, 112), C. faginea (**16**; 55), C. japonica (**16**; 110, 112), C. laxiflora (**16**; 110, 112), C. orientalis (**16**; 110, 112), C. tschonoskii (**16**; 34), C. turczaninovii (**16**; 110, 112), C. viminea (**16**; 55)

Corylus: C. americana (**22**; 33, 102, 103, 104), C. americana (**28**; 108), C. avellana (**22**; 33, 90, 102, 103, 104), C. avellana (**28**; 16, 108), C. colurna (**28**; 55, 108), C. cornuta (**28**; 108), C. heterophylla var. sutchuensis (**28**; 108), C. maxima (**22**; 33, 102, 103, 104), C. maxima (**28**; 108), C. pontica (**28**; 108), C. rostrata var. mandschurica (**22**; 103, 104), C. sieboldiana (**28**; 108), C. spinescens (**28**; 108), C. tibetica (**22**; 71), C. tibetica (**28**; 108), C. vilmarinii (**28**; 108)
Ostrya: O. carpinifolia (**16**; 33, 103, 104, 112), O. davidiana (**16**; 110, 112), O. japonica (**16**; 110, 112), O. virginiana (**16**; 110, 112)
Ostryopsis: O. davidiana (16; 112)

Cannabaceae: *Cannabis:* C. sativa (20; 16, 85, 86, 92)
Humulus: H. americanus (20; 46), H. japonicus (**16/17**; 86), H. lupulus (20; 46, 65, 85, 86)

Casuarinaceae: *Casuarina:* C. acutivalvis (**24**; 4), C. campestris (**24**; 4), C. collina (**18**; 4), C. corniculata (**39**; 4), C. cristata (**18**; 4), C. cunninghamia (**18**; 4), C. decaisneana (**28**; 4), C. decussata (20; 4), C. dielsiana (**28**; 4), C. distyla (**22, 33**; 4), C. equisetifolia (**18**; 4), C. fraseriana (**26**; 4), C. glauca (**18**; 4), C. helmsii (**24**; 4), C. huegeliana (**26**; 4), C. inophloia (**24**; 4), C. lehmanniana (**22**; 4), C. littoralis (**22, 44**; 4), C. luehmannii (**56**; 4), C. microstachya (20; 4), C. muelleriana (**22**; 4), C. nana (**22, 33, 44**; 4), C. paludosa (**22, 44**; 4), C. papuana (**16**; 4), C. pinaster (**28**; 4), C. preissiana (20; 4), C. pusilla (**22, 44**; 4), C. rigida (**22**; 4), C. striata (**22, 33, 55**; 4), C. stricta (**18**; 97), C. stricta (**26**; 4), C. thuyoides (**44**; 4), C. torulosa (**24**; 4), C. trichodon (20; 4), C. sp. (**18**; 4), C. sp. (**22, 44**; 4)

Cecropiaceae: *Cecropia:* C. palmata (**28**; 38), C. peltata (**28**; 38), auch als **Moraceae.**

Cercidiphyllaceae: *Cercidiphyllum:* C. japonicum (**38**; 61, 64a, 105), C. japonicum var. japonicum (**38**; 74), C. japonicum var. magnificum (**38**; 74)

Eucommiaceae: *Eucommia:* E. ulmoides (**34**; 32)

Eupteleaceae: *Euptelea:* E. franchettii (**28**; 73), E. pleiosperma (**28**; 73), E. polyandra (**28**; 97, 64a, 105)

Fagaceae: *Castanea:* C. crenata (**22**; 103, 104), C. dentata (**24**; 33), C. mollissima (**24**; 71), C. sativa (**22**; 16, 33), C. sativa (**24**; 33, 55, 103, 104), C. vulgaris (**22**; 58), C. vulgaris (**24**; 16)
Castanopsis: C. hystrix (**24**; 55, 58), C. indica (**24**; 55, 58), C. tribuloides var. echidnocarpa (**24**; 55, 58), C. tribuloides var. ferox (**24**; 55, 58), C. tribuloides var. longispina (**24**; 55, 58), C. tribuloides var. tribuloides (**24**; 58)
Fagus: F. sylvatica (**22**; 16, 103, 104), F. sylvatica (**24**; 33, 68)
Lithocarpus: L. acuminata (**24**; 55, 58)
Nothofagus: N. alpina (**26**; 65), N. antarctica (**26**; 65), N. fusca (**26**; 2), N. menziesii (**26**; 2), N. obliqua (**26**; 65), N. pumilio (**26**; 65), N. solandri var. cliffortioides (**26**; 2)
Pasania: P. dealbata (**24**; 55, 57, 58), P. fenestrata (**24**; 55, 57, 58), P. lappacea (**24**; 55, 57, 58), P. listeri (**24**; 55, 58), P. milroyia (**24**; 55, 58), P. pachyphylla (**24**; 55, 57, 58), P. spicata (**24**; 57, 58), P. spicata var. brevipetiolata (**24**; 55, 58), P. spicata var. gracilipes (**24**; 55, 58), P. spicata var. microcalyx (**24**; 55, 58), P. spicata var. spicata (**24**; 55)
Quercus: Q. alba (**24**; 18, 46, 78), Q. argifolia (**24**; 18), Q. bicolor (**24**; 18, 78), Q. borealis var. maxima (**24**; 18), Q. cerris (**22**; 103, 104), Q. cerris (**24**; 18, 33), Q. chrysolepis (**84**; 18), Q. coccinea (**22**; 103, 104), Q. coccinea (**24**; 18, 33), Q. dalechampii (**22**; 103, 104), Q. dalechampii (**24**; 33), Q. dentata (**48**; 78), Q. dilatata (**24**; 55, 57, 58), Q. douglasii (**24**; 18), Q. dumosa (**24**; 18), Q. engelmannii (**24**; 18), Q. garryana (**24**; 18), Q. glandulifera (**22**; 103, 104), Q. glandulifera (**24**; 33), Q. glauca (**24**; 54, 55, 57, 58), Q. griffithii (**24**; 55, 57, 58), Q. ilicifolia (**24**; 18), Q. imbricaria (**24**; 78), Q. incana (**24**; 55, 57, 58), Q. kelloggii (**24**; 18), Q. koehii (Q. ilex x sessilis) (**22**; 103), Q. lamellosa (**24**; 55, 57, 58), Q. lanuginosa (**24**; 55, 58), Q. libani (**22**; 103, 104), Q. libani (**24**; 33), Q. lineata (**24**; 57), Q. lineata var. lobbii (**24**; 55, 58), Q. lineata var. oxydon (**24**; 55, 58), Q. lineata var. thomsoniana (**24**; 55, 58), Q. lobata (**24**; 18), Q. macranthera (**22**; 103, 104), Q. macranthera (**24**; 18), Q. macrocarpa (**24**; 18, 78), Q. mongolica (**24**; 78), Q. montana (**24**; 18, 78), Q. muhlenbergii (**24**; 18, 78), Q. nigra (**22**; 103, 104), Q. nigra (**24**; 33), Q. palustris (**24**; 73), Q. pontica (**22**; 103, 104), Q. pontica (**24**; 33), Q. robur (**22**; 103, 104), Q. robur (**24**; 18, 33, 46, 55, 58), Q. semecarpifolia (**24**; 55, 57,

58), Q. semiserrata (**24**; 55, 57, 58), Q. semiserrata subsp. mannii (**24**; 55, 58), Q. serrata (**24**; 55, 57, 58), Q. sessiliflora (**22**; 103), Q. sessilis (**22**; 103, 104), Q. sessilis (**24**; 33), Q. stellata (**24**; 18), Q. velutina (**24**; 18, 78), Q. volcanica (**22**; 104), Q. wislizenii (**24**; 18)

Hamamelidaceae: *Altingia:* A. exelsa (**32**; 22)
Corylopsis: C. glabrescens (**48**; 75), C. himalayana (**24**; 55, 57, 76), C. pauciflora (**24**; 1), C. platipetala (**24**; 75), C. sinensis (**24**; 75), C. spicata (**72**; 1, 75), C. veitchiana (**72**; 1, 75), C. wilmottiae (**48**; 75)
Disanthus: D. cercidifolia (**16**; 22)
Distylium: D. racemosum (**24**; 97)
Exbucklandia: E. populnea (**32**; 55, 59, 76); zitiert als „Symingtomia populnea"
Fothergilla: F. gardenii (**48**; 100), F. gardenii (**72**; 19), F. major (**72**; 1, 19, 100), F. monticola (**48**; 1, 19)
Hamamelis: H. vernalis (**24**; 1, 19), H. virginiana (**24**; 19)
Liquidambar: L. orientalis (**32**; 67), L. styraciflua (**30**; 1), L. styraciflua (**30, 32**; 19), L. styraciflua (**32**; 67)
Parrotia: P. persica (**24**; 67)
Parrotiopsis: P. jacquemontiana (**24**; 1)
Rhodoleia: R. teysmannii (**24**; 22)
Sinowilsonia: S. henryi (**24**; 1), S. henryi (**48**; 74)
*Symingtonia:*S. populnea (**32**; 55, 59, 76)

Juglandaceae: *Carya:* C. alba (**63**; 111), C. aquatica (**32**; 94), C. caroline-septentrionalis (**32**; 96), C. cordiformis (**32**; 94, 111), C. floridana (**64**; 95), C. glabra (**64**; 111), C. illinoensis (**32**; 94), C. laciniosa (**32**; 111), C. laneyi (**32**; 111), C. myristiciformis (**32**; 96), C. ovalis (**64**; 111), C. ovata (**32**; 111), C. texana (**64**; 94), C. tomentosa (**64**; 94)
Engelhardia: E. roxburghiana (**32**; 55, 57), E. spicata (**32**; 57), E. spicata var. acerifolia (**32**; 55), E. spicata var. colebrookeana (**32**; 55), E. spicata var. spicata (**32**; 55)
Juglans: J. cinerea (**32**; 111), J. cordiformis (**32**; 111), J. insularis (**32**; 5), J. intermedia (**32**; 53), J. mandschurica (**32**; 111), J. nigra (**32**; 111), J. notha (**32**; 11), J. regia (**32**; 16, 55, 57, 111), J. rupestris (**32**; 111), J. sieboldiana var. cordiformis (**32**; 111)
Pterocarya: P. fraxinifolia (**32**; 16, 111), P. rehderiana (**32**; 111), P. rhoifolia (**32**; 111), P. stenoptera (**32**; 111)

Leitneriaceae: *Leitneria:* L. floridana (**32**; 101)

Moraceae: *Antiaris:* A. africana (**28**; 44), A. usambarensis (**28**; 44), A. welwitschii (**24**; 51, 52)
Artocarpus: A. bonetii (**28**; 43), A. cannonii (**28**; 38), A. chaplasha (**56**; 28, 55, 57), A. gomeziana (**56**; 28, 55, 57), A. heterophyllus (**28**; 56), A. heterophyllus (**56**; 28, 55, 57), A. integrifolius (**56**; 43), A. lakoocha (**28**; 56), A. lakoocha (**56**; 28, 55, 57)
Brosimum: B. alicastrum (**26**; 37), B. galactodendron (**26**; 44)
Broussonetia: B. papyrifera (**26**; 6, 28, 55, 56, 57)
Coussapoa: C. schottii (**28**; 43)
Craterogyne: C. kameruniana (**64**; 52)
Cudrania: C. javanensis (**28**; 43), C. triloba (**56**; 85, 86)
Cyananthus: C. linifolius (**14**; 40)
Dorstenia: D. alta (**42**; 43), D. argentata (**28**; 37, 44), D. argentata (**32**; 38), D. arifolia (**32**; 37, 38), D. barterii (**24**; 37), D. contrajerva (**30**; 37, 38), D. convexa (**24**; 37), D. elata (**32**; 38), D. embergeri (**36**; 52), D. erecta (**28**; 38), D. frutescens (**26**; 44), D. mannii (**48**; 38), D. massonii (**40**; 38), D. multiformis (**32**; 37), D. multiradiata (**24**; 38), D. nervosa (**32**; 38, 43), D. plumariifolia (**26**; 37), D. psilurus (**28**; 38), D. psilurus (**40**; 45), D. scabra (**40**; 38), D. turnerifolia (**28**; 38), D. volkensii (**24**; 44), D. yambuyaensis (**24**; 37)
Ficus: F. acanthocarpa (**26**; 13), F. afzelii (**26**; 13), F. altissima (**26**; 28, 38, 55), F. amplissima (**26**; 13), F. aurantiaca var. parvifolia (**26**; 13), F. aurea (**26**; 13), F. auriculata (**26**; 13), F. avi-avi (**26**; 13), F. awkeotsang (**26**; 13), F. baileyana (**26**; 43), F. benghalensis (**26**; 13, 97), F. benghalensis (**28**; 38), F. benjamina var. carnosa (**26**; 28, 55), F. brevifolia (**26**; 43), F. burkei (**52**; 13), F. bussei (**26**; 13), F. cabusana (**26**; 13), F. calophylloides (**26**; 12), F. camariensis (**26**; 13), F. capensis (**26**; 13), F. carica (**26**; 12, 97), F. citrifolia (**26**; 13), F. cocculifolia var.

sakalavarum (**26**; 13), F. coldanella (**26**; 13), F. columnaris (**26**; 13), F. congesta (**26**; 13), F. costaricana (**26**; 13), F. cotinifolia (**26**; 13), F. cumingii (**26**; 13), F. cunia (**26**; 55, 56), F. diversifolia (**26**; 12), F. doliaria (**26**; 13), F. dusenii (**26, 52**; 13), F. elastica (**26**; 12, 28, 37, 55, 57, 97), F. elastica (**39**; 13), F. erecta (**26**; 11), F. eugenioides (**26**; 12), F. geniculata (**26**; 13), F. glabella (**26**; 12, 43), F. glomerata (**26**; 11, 55, 56), F. guaphalocarpa (**26**; 13), F. goldmanii (**26**; 13), F. henneana (**26**; 12), F. hillii (**26**; 13), F. hirsuta (**26**; 37), F. hispida (**26**; 13, 56), F. hochstetteri (**52**; 13), F. hookeri (**26**; 28, 55), F. indica (**26**; 12), F. insipida (**26**; 13), F. iteophylla (**26**; 13), F. krishnae (**26**; 13), F. krishnae (**26+(1–2B)**; 35), F. lapathifolia (**26**; 13), F. lepidosa (**26**; 28, 55), F. macrophylla (**26**; 12), F. macrosyce (**26, 52**; 13), F. mallotocarpa (**26**; 13), F. mammalifera (**26**; 13), F. minahassae (**26**; 13), F. mitrophora (**26**; 11), F. monckii (**26**; 13), F. montana (**26**; 13), F. mucuso (**26**; 62, 63), F. mysorensis (**26**; 12, 28, 55), F. nekbudu (**26**; 13), F. nemoralis (**26**; 55), F. nemoralis var. trilepis (**26**; 28), F. nigens (**26**; 12), F. nota (**26**; 13), F. nymphaeifolia (**26**; 13), F. obtusifolia (**26**; 13), F. ovata (**26**; 62, 63), F. palawanensis (**26**; 11, 12), F. palmata (**26**; 11, 12, 55), F. palmeri (**26, 50**; 13), F. pandurata (**26**; 38), F. pandurifolia (**26**; 37), F. parcellii (**26**; 38), F. payapa (**26**; 12), F. pertusa (**26**; 13), F. petiolaris (**26**; 13), F. pilosa (**26**; 13), F. platypoda var. petiolaris (**26**; 12), F. populnea var. brevifolia (**26**; 12), F. pretoriae (**52**; 13), F. preussii (**26**; 13), F. procera var. crassiramea (**26**; 13), F. pseudocarica (**26**; 11), F. pseudopalma (**26**; 12), F. pumila (**26**; 12), F. quercifolia (**28**; 38), F. radulina (**26**; 13), F. religiosa (26; 12, 28, 55, 56, 57), F. retusa (**26**; 12), F. rigo (**26**; 13), F. roxburghii (**26**; 28, 57), F. rubiginosa (**26**; 11), F. rumphii (26; 13), F. scabra (**26**; 12, 13), F. schlechteri (**26**; 37, 38), F. sonderi (**52**; 13), F. stricta (**26**; 13), F. stuhlmanii (**52**; 13), F. subcordata (**26**; 13), F. subscabrida (**26**; 12), F. sycomorus (26; 38), F. thomingii (**26**; 13), F. tinctoria (**26**; 13), F. triangularis (**26**; 38), F. ulmifolia (**26**; 12), F. umbellata (**26**; 13), F. urbaniana (**26**; 13), F. urceolaris (**26**; 13), F. variegata (**26**; 13), F. vogelii (**26**; 12), F. volkensii (**26**; 13), F. watkinsiana (**26**; 12), F. wildemaniana (**26**; 13). F. wilsonii (**26**; 13), F. sp. (**26**; 12)
Morus: M. acidosa (**28**; 31, 66), M. alba (**28**; 28, 31, 55, 56, 57, 66, 82), M. alba var. makado (**42**; 66), M. atropurpurea (**28**; 66), M. australis (**28**; 28, 55, 57), M. bombycis (**28**; 66, 85, 86), M. eathayana (**56, 84, 112**; 31), M. indica (**28**; 82), M. kagayamae (**28**; 66), M. laevigata (**28**; 31, 55, 56), M. laevigata (**56**; 28, 55, 56, 57), M. latifolia (**28**; 82), M. mac (**28**; 82), M. macrophylla (**28**; 31), M. mongolica (**28**; 82), M. multicaulis (**28**; 66), M. nigra (**308**; 31, 57), M. rotundifolia (**28**; 66), M. rubra (**28**; 31), M. serrata (**28**; 31), M. serrata (**42**; 56), M. serrata (**84**; 55)
Musanga: M. smithii (**28**; 43)
Myrianthus: M. arborem (**28**; 52)
Pseudostreblus: P. indica (**28**; 28, 57)
Streblus: S. asper (**26**; 28, 55, 56, 57), S. indicus (**28**; 55)

Myricaceae: *Comptonia:* C. peregrina (**32**; 93)
Myrica: M. carolinensis (**16**; 93), M. cerifera (**16**; 93), M. faya (**16**; 41), M. gale (**c. 96**; 98), M. palustris (zitiert als „Gale palustris") (**48**; **46**), M. pumila (**16**; 93), M. rubra (**16**; 93)

Myrothamnaceae: *Myrothamnus:* M. flabellifolia (**22**; 72)

Platanaceae: *Platanus:* P. acerifolia (**16**; 8), P. acerifolia (20, **22**; 9), P. acerifolia (**42**; 80), P. mexicana (**42**; 76), P. occidentalis (**20–22**; 9), P. occidentalis (**42**; 19, 80), P. occidentalis var. glabrata (**42**; 76), P. orientalis (**14**; 3), P. orientalis (**16**; 16), P. orientalis (**42**; 19, 59, 67, 80), P. racemosa (**42**; 76), P. wrightii (**42**; 76)

Trochodendraceae: *Trochodendron:* T. aralioides (**38**; 105), T. aralioides (**40**; 64a, 73)
Tetracentron: T. sinense (**38**; 105), (ca. **48**; 73); auch als **Tetracentraceae.**

Ulmaceae: *Celtis:* C. australis (**40**; 6), C. australis var. australis (**40**; 56), C. australis var. eriocarpa (**20**; 55, 56), C. cinnamomea (**20**; 55, 56), C. iquanea (**20**; 21), C. laevigata (**20**; 6), C. occidentalis (**20**; 6), C. occidentalis (**28**; 79), C. sinensis (**20**; 6), C. tetandra (**20**; 55, 56)
Chaetachme: C. microcarpa (**84**; 51)
Holoptelea: H. grandis (**28**; 51, 52), H. integrifolia (**28**; 10, 55, 56)
Trema: T. amboinensis (**20, 160**; 27, 55), T. amboinensis (**80**; 57), T. orientalis (**20**; 55), T. orientalis (**40**; 27), T. politoria (**10+1B**; 55, 56)

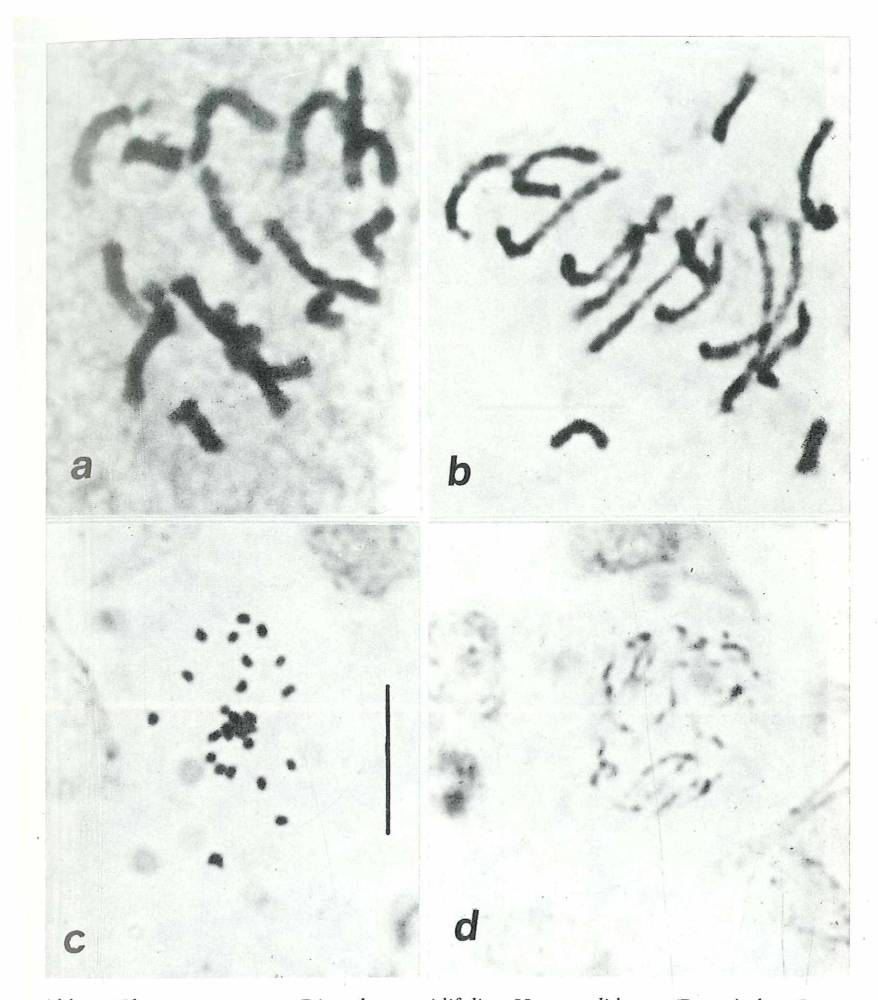


Abb. 1: Chromosomen von *Disanthus cercidifolius*, *Hamamelidaceae* (Botanischer Garten Zürich), 2n = 16 (a–b) und *Betula pendula*, *Betulaceae* (Wildherkunft Wien), 2n = 28 (c–d), a–b verschiedene Stadien der Prometaphase, c kondensierte Metaphasechromosomen, d Prophase. Auffallend ist vor allem der Größenunterschied zwischen den Chromosomen der beiden Gattungen. – HCl/Giemsa Präparation. Maßstab (für a–d): 5 μm.

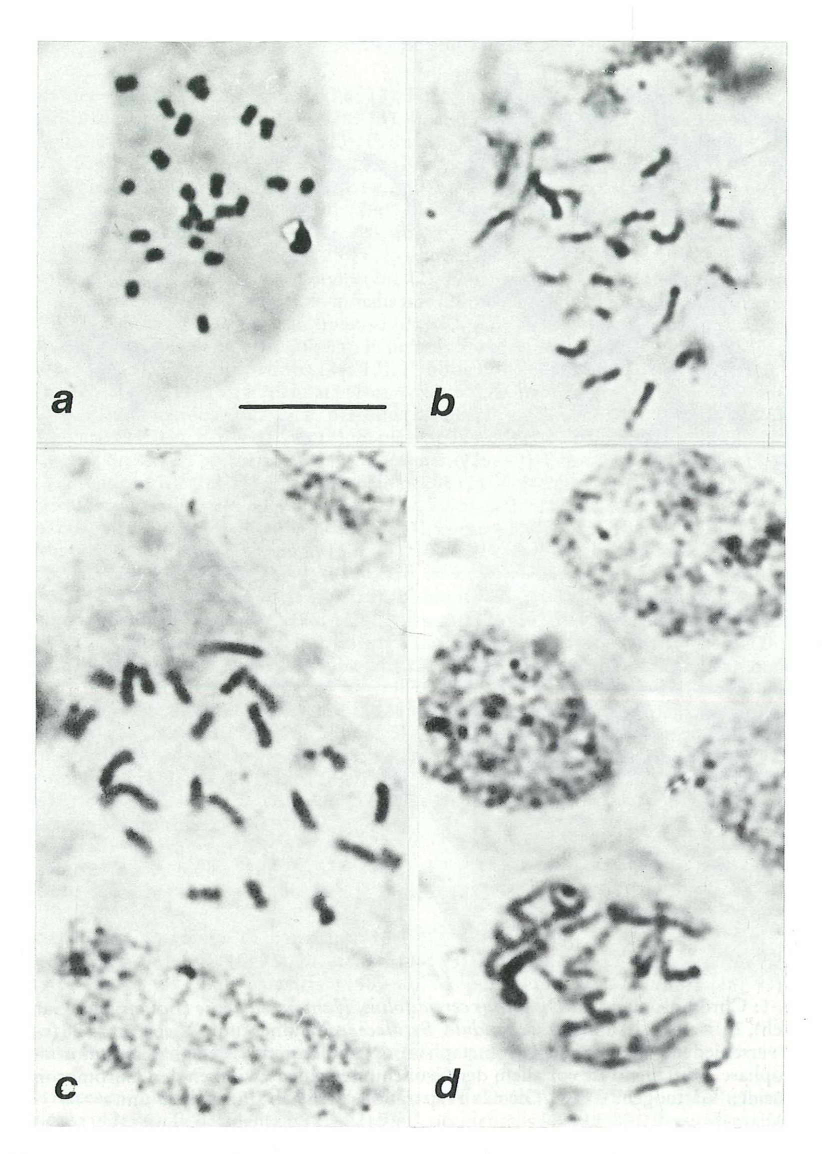


Abb. 2: Chromosomen der *Fagaceae*. a–b *Fagus sylvatica*, 2n = 24, c–d *Quercus cerris*, 2n = 24. a–c Metaphasechromosomen; b, d Prometaphase und Interphase. Die Chromosomen von *Quercus* sind etwas größer als die von *Fagus*. – HCl/Giemsa Präparation. Wildherkünfte aus der Umgebung Wiens. Maßstab (für a–d): 5 μm.

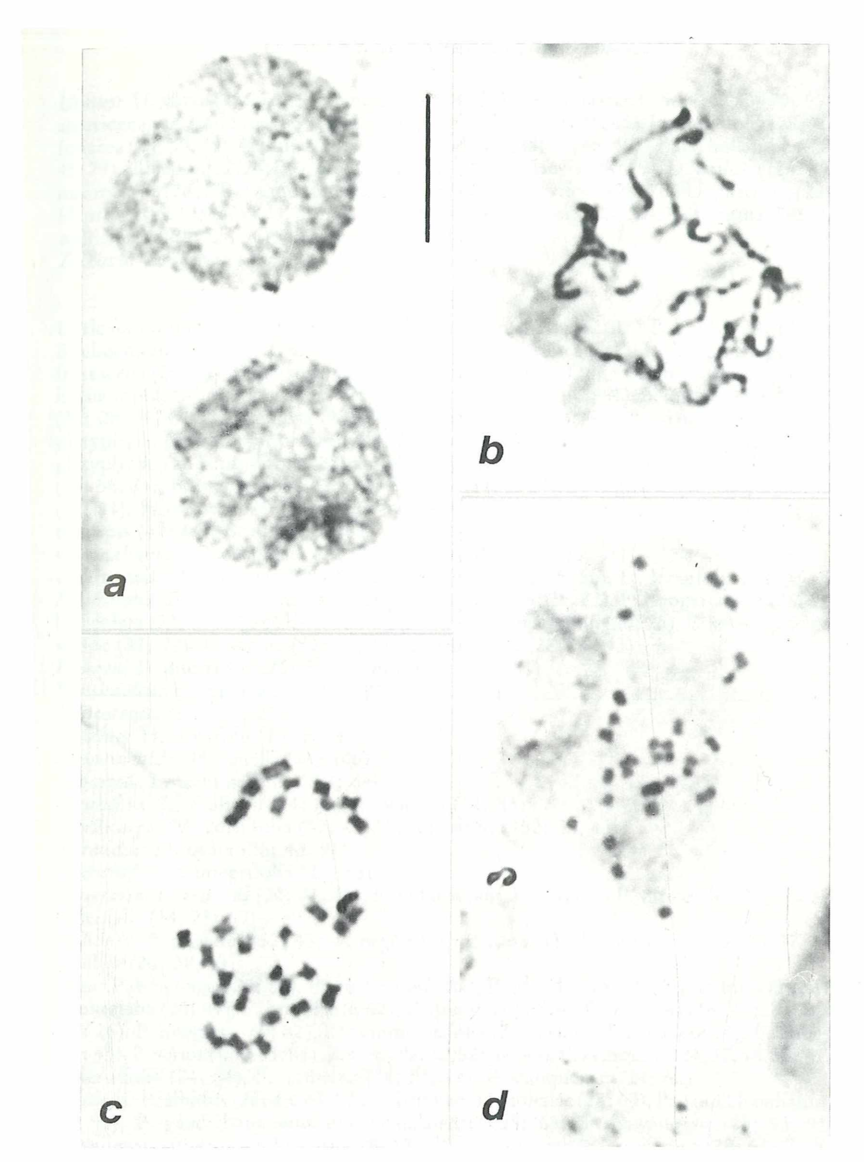


Abb. 3: Chromosomen von *Aphanthe aspera*, *Ulmaceae*, 2n = 30 (a–c) und *Juglans regia*, *Juglandaceae*, 2n = 32 (d). a–c Mitosestadien, die typisch für viele *Hamamelidae* sind. a Interphasekern vom „*Hernandia*-Typus", b prometaphasiche Chromosomen mit unterschiedlich schnell kondensierenden Einzelsegmenten, die proximal und interkalar vorkommen, c relativ kleine Metaphasechromosomen. – HCl/Giemsa Präparation. Botanischer Garten der Universität Wien. Maßstab (für a–d): 5 μm.

Ulmus: U. alata (**28**; 76), U. americana (**28**; 38), U. americana (**56**; 15, 46, 79, 99), U. americana var. floridana (**56**; 76), U. campestris (**26**; 15, 16, 38, 45), U. crassifolia (**28**; 76), U. foliacea (**28**; 39, 79), U. fulva (**28**; 39, 79), U. glabra (**28**; 39, 45, 46, 79), U. hollandica (**28**; 39, 45, 79), U. japonica (**28**; 79), U. laciniata (**28**; 79), U. laevis (**28**; 79), U. latifolia (**28**; 39), U. macrocarpa (**28**; 76), U. montana (**28**; 37, 38, 45), U. parvifolia (**28**; 76), U. pitteursii (**28**; 45), U. procera (**28**; 39, 79), U. pumila (**28**; 39, 45), U. racemosa (**28**; 79), U. serotina (**28**; 76), U. wallichiana (**28**; 55, 56), U. wilsoniana (**28**; 39)
Zelkova: Z. serrata (**28**; 79)

Urticaceae: *Boehmeria:* B. arenicola (**42**; 64), B. argentata (**52**; 38), B. biloba (**28**; 37, 38, 64), B. clidemioides var. platyphylloides (**28**; 113), B. diffusa (**28**; 113), B. egregia (**42**; 64), B. frutescens (**28**; 64), B. hatsusimae (**42**; 64), B. hispidula (**42**; 64), B. holosericea (**42**; 64), B. kiusiana (**42**; 64), B. longispica (**42**; 64), B. maximowiczii (**42**; 64), B. minor (**42**; 64), B. nivea (**28**; 25, 38, 64), B. pannosa (**28**; 64), B. paraspicata (**28**; 64), B. platanifolia (**42**; 64), B. platyphylla (**14**; 56), B. platyphylla (**28**; 56), B. platyphylla var. platyphylla (**56**; 55), B. platyphylla var. rotundifolia (**28**; 55), B. platyphylla var. tomentosa (**28**; 55), B. platystachya (**28**; 56, 84), B. praestabilis (**42**; 64), B. robusta (**28**; 64), B. rugulosa (**56**; 55), B. sidaefolia (**28**; 81), B. spicata (**42**; 64), B. spicata var. microphylla (**28**; 64), B. tenuifolia (**42**; 64), B. tricuspis (**42**; 64), B. utilis (**28**; 64)
Chamabainia: C. cuspidata (**22**; 84), C. cuspidata (**24**; 25, 81)
Debregeasia: D. velutina (**28**; 43), D. hypolenia (**28**; 55, 56), D. longifolia (**28**; 55, 56)
Elatostema: E. acuminatum (**32**; 92), E. cuneatum (**26**; 25, 82), E. hookerianum (**26**; 25), E. lanceolata (**52**; 81, 82), E. lanceolatum (**52**; 25), E. lineolatum (**20**; 25), E. sessile (**26**; 84), E. sessile (**32**; 92), E. sessile (**52**; 38, 43), E. sinuatum (**28**; 38, 43)
Fleurya: F. interrupta (**26**; 25), F. interrupta (**52**; 81)
Forsskaolea: F. angustifolia (**22**; 42)
Ganostegia: G. girta (**26**; 25)
Helxine: H. soleirolii (**20**; 38, 43)
Hesperocnide: H. tenella (**24**; 106)
Laportea: L. terminalis (**26, 52**; 84)
Lecanthus: L. wallichii (**24**; 83), L. wightii (**24**; 83)
Myriocarpa: M. cordifolia (**52**; 43), M. densiflora (**52**; 38, 43)
Neraudia: N. ovata (**26**; 43, 91)
Oreocnide: O. integrifolia (**28**; 55)
Parietaria: P. arborea (**20**; 41, 43), P. judaica (**26**; 37, 38, 60), P. officinalis (**14**; 16, 37), P. officinalis (**14, 28**; 60)
Pellionia: P. argentea (**52**; 43), P. begonifolia (**52**; 38, 43), P. daveauana (**26**; 25, 37, 38), P. pulchra (**26**; 38, 43)
Pilea: P. bracteosa (**24**; 84), P. cardieri (**48**; 82), P. grandis (**24**; 38, 43), P. hirta (**16**; 81), P. hookeriana (**24**; 84), P. krugii (**16**; 62), P. minima (**26**; 26), P. muscosa (**36**; 43), P. muscosa (**48**; 26), P. muscosa (**60**; 82), P. nummularifolia (**24**; 43), P. obovata (**60**; 26), P. pubescens (**24**; 43), P. scripta (**24**; 83, 84), P. serpyllacea (**52**; 38, 43), P. symmeria (**24, 32, 48, 50**; 81, 82), P. ternifolia (**24**; 84), P. umbrosa (**24**; 83, 84), P. yunquensis (**24**; 62)
Pipturus: P. albidus (**28**; 43, 63, 91), P. brighamii f. kohalae (**28**; 63), P. gaudichaudianus (**28**; 43, 91), P. gaudichaudianus var. hualalaiensis (**28**; 63), P. hawaiiensis (**28**; 43, 91), P. hawaiiensis subsp. molokaiensis (**28**; 63), P. hawaiiensis var. eriocarpus (**28**; 63), P. helleri (**28**; 63), P. kauaiensis (**28**; 43, 63, 91), P. oahuiensis (**28**; 63), P. pachyphyllus (**28**; 43, 63, 91), P propinquus (**52**; 43), P. rockii (**28**; 43, 63, 91), P. skottsbergii (**28**; 63)
Pouzolzia: P. hirta (**26**; 82, 84), P. hirta (**16, 32**; 81, 82), P. indica (**24, 48**; 82), P indica (**26**; 84), P. viminea (**52**; 84)
Urera: U. obovata (**52**; 43, 52), U. repens (**52**; 43, 52)
Urtica: U. angustifolia (**52–54**; 20), U. atrovirens (**26**; 14, 20), U. balearica (**26**; 20), U. biloba (**28, 29**; 30), U. cannabina (**52**; 20), U. chamaedryoides (**26**; 106), U. dioica (**32**; 92), U. dioica (**48**; 29), U. dioica (**48, 52**; 87, 88), U. dioica (**52**; 20, 98), U. dodartii (**24**; 29, 30), U. dodartii (**26**; 20), U. echinata (**26**; 43), U. gracilenta (**26**; 106), U. gracilis (**26**; 20), U. grandidentata (**26**; 20), U. kioviensis (**52**; 20), U. membranacea (**22**; 20, 83), U. parviflora (**24**; 84), U. parviflora (**26, 38–40, 52**; 83), U. pilulifera (**24**; 16, 29, 30), U. pilulifera (**26**; 20, 38, 82), U. urens (**24**; 20, 48, 49), U. urens (**26**; 106)

Die Chromosomengrundzahl des gesamten Komplexes wurde bisher meist mit x = 7 angenommen (z. B. EHRENDORFER 1976, GOLDBLATT & ENDRESS 1977), GRANT (1982 a, b) vermutet eher x = 8.

Das Vorkommen von 2n = 16 in zumindest fünf der angeführten achtzehn Familien unterschiedlicher systematischer Zugehörigkeit *(Hamamelidales, Fagales, Myricales* und *Urticales)* läßt diese Zahl am ehesten als ursprüngliche Basiszahl erscheinen. Weiters kommt bei den offensichtlich paläotetraploiden Taxa zweimal 2n = 32 *(Juglandaceae, Leitneriaceae)* und einmal 2n = 34 *(Eucommiaceae)* vor; hingegen findet sich 2n = 28 als paläopolyploide Zahl (und als möglicher Hinweis auf die Basiszahl x = 7) nur bei den *Eupteleaceae.* 2n = 16 als ursprüngliche Basiszahl wäre eine weitere Bestätigung für eine frühe Abspaltung der *Hamamelidae* von den *Magnoliidae,* bei denen 2n = 16 als Ausgangszahl bei der chromosomalen Differenzierung mittlerweile als sicher gilt (MORAWETZ 1986).

Die von der vermuteten Basiszahl 2n = 16 abweichenden niedrig diploiden Zahlen 2n = 14 bei den *Urticaceae* und *Moraceae* sowie 2n = 18 bei den *Casuarinaceae* sind lediglich auf Grund einer offenbar hohen cytogenetischen Flexibilität dieser Sippen entstanden, die sich auch in zahlreichen anderen dysploiden und polyploiden Zahlenveränderungen widerspiegelt. Bei den *Casuarinaceae* herrschen lange dysploide Zahlenreihen vor (von 2n = 16?, 2n = 18 bis 2n = 28), begleitet von Anorthoploidie (2n = 22, 33, 55). Bei den *Urticales* hingegen, haben nach einigen dysploiden Schritten auf der diploiden Stufe, Polyploidie und darauf folgende Dysploidie und Anorthoploidie zu einem sehr komplexen Zahlenmuster geführt, in dem die Genese vieler Chromosomenzahlen nicht mehr eindeutig festzustellen ist.

Ein sehr charakteristischer Zahlensprung betrifft die Folge von 2n = 16 zu 2n = 24 *(Hamamelidaceae, Urticaceae: Pilea, Pouzolzia)* sowie von 2n = 16 zu 2n = 20, 22 *(Betulaceae, Moraceae, Platanaceae).* Dies sollte als eine ursprünglich triploide Veränderung gewertet werden, die sich dann langfristig stabilisiert hat. Dieser Weg scheint einfacher und wahrscheinlicher als das Postulat einer zumindest heute nicht mehr vorhandenen Basiszahl von 2n = 14, die sich in allen dokumentierten Fällen ausschließlich zu 2n = 28 verändert hat, in weiterer Folge aber offensichtlich nie dysploid reduziert wurde. Hingegen ist Triploidie sehr auffällig bei den *Casuarinaceae* (2n = 22, 33) und bei den *Moraceae* (2n = 26, 39) dokumentiert und auch sonst im Pflanzenreich häufiger, als bisher vermutet (MORAWETZ 1986).

Bei der vorläufigen Untersuchung zu Karyomorphologie der meisten der angeführten Familien lassen sich einstweilen nur unbedeutende Unterschiede in Bezug auf den Kern- und Chromosomentypus feststellen. In Einzelfällen können jedoch recht drastische Unterschiede, besonders in Bezug auf die Chromosomengröße auftreten (Abb. 1: *Disanthus* versus *Betula).*

Im übrigen herrscht bei den holzigen Vertretern ein wenig differenzierter und weit verbreiteter Kerntypus (Abb. 1–3) vor. Die

Chromosomen sind klein bis mittelgroß und bestehen aus unregelmäßig verteilten, früh und spät kondensierenden Segmenten; der Interphasekern ist dementsprechend aus heterogen zusammengesetzten Chromozentren und wolkenartig färbendem Euchromatin aufgebaut und korrespondiert weitgehend dem „*Hernandia*-Typus" bei den *Magnoliidae* (MORAWETZ 1986). Detaillierte Beschreibungen der einzelnen Familien folgen im zweiten Teil der Studie. Einstweilen deutet die gesamte Karyomorphologie sehr stark auf eine monophyletische Entstehung der *Hamamelidae* hin.

Die hier unter Berücksichtigung anderer Autoren (z. B. TAKHTAJAN 1973, ENDRESS 1977, vgl. auch DAHLGREN & EHRENDORFER 1983) erstellte systematische Gruppierung der Familien wird durch eigene karyologische Daten sowie die auf breiter Basis analysierten Chromosomenzahlen aus der Literatur gut unterstützt.

Die erste Gruppe von Familien im Verwandtschaftskreis um die *Trochodendraceae*, auch als *Trochodendrales* zusammengefaßt (ENDRESS 1986; Tab. 1: *Tetracentraceae, Cercidiphyllaceae, Eupteleaceae)* fallen durch ihre paläopolyplopiden Zahlen 2n = 28, 38, 40, 48 auf, die aus dem sonstigen Zahlenbild eher herausstechen. Die Genese dieser Zahlen ist heute nur mehr schwer nachvollziehbar (MORAWETZ 1986), erinnert aber z. B. an die *Magnoliaceae*, die auch karyolomorphologisch ähnlich sind (OKADA 1975). Die nahe Verwandtschaft der Trochodendrales mit den *Magnoliidae* wird auch durch morphologische Untersuchungen nahegelegt (ENDRESS 1986).

Die *Hamamelidaceae*, *Platanaceae* und *Myrothamnaceae* passen zahlenmäßig gut zueinander (Tab. 1). Die *Myrothamnaceae* haben sich mit nur zwei Arten hochspezialisierter tropischer Xerophyten auf der Zahl 2n = 20 stabilisiert; Diploide fehlen.

Ohne Schwierigkeiten schließen dann *Betulaceae* und *Fagaceae* an, wobei hier den humid-tropischen Balanopaceae ein ähnlicher Satelliten-Status wie den *Myrothamnaceae* bei den *Hamamelidales* zukommt. Die morphologische Differenzierung dieses Komplexes (ENDRESS 1977) steht im wesentlichen in Einklang mit der karyologischen Differenzierung.

Leitneriaceae, Juglandaceae und *Myricaceae* sind vor allem durch die gemeinsame Zahl 2n = 32 charakterisiert, stehen sonst aber systematisch sicherlich weiter auseinander.

Bei den *Moraceae* und *Urticaceae* finden sich ähnliche Zahlenreihen; hier sind auch ähnliche Evolutionsschritte der karyologischen Differenzierung zu vermuten. Daran lassen sich in weiterer Folge die *Ulmaceae* anschließen, denen allerdings die Diploiden fehlen. Die *Eucommiaceae* erscheinen eher isoliert.

Literatur

(Die vorausgestellten Ziffern entsprechen den Kurzverweisen in Tabelle 2)

(1) ANDERSON, E., SAX, K.: Chromosome numbers in the *Hamamelidaceae* and their phylogenetic significance. J. Arn. Arb. 16, 210–215 (1935).

(2) ARMSTRONG, J. M., WYLIE, A. P.: A new basic chromosome number in the family *Fagaceae*. Nature (London), 205, 1340–1341 (1965).

(3) ARORA, C. M.: New chromosome report II. Bull. bot. survey of India, 3, 37 (1961).

(4) BARLOW, B. A.: Chromosome numbers in the *Casuarinaceae*, Austr. J Bot. 7, 231–237 (1959).

(5) BOWDEN, W. M.: A list of chromosome numbers in higher plants. I. *Acanthaceae* to *Myrtaceae*. American J. Bot. 32, 81–92 (1945a).

(6) BOWDEN, W. M.: A list of chromosome numbers in higher plants. II. *Menispermaceae* to *Verbenaceae*. American J. Bot. 32, 191–202 (1945b).

(7) BROWN, I. R., AL-DAWOODY, D. M.: Cytotype diversity in a population of *Betula alba* L. New Phytologist, 79, 441–453 (1977).

(8) BROUWER, J.: Studies in *Platanaceae*. Recueil des travaux botaniques néerlandaise, 21, 369–382 (1924).

(9) BRETZLER, E.: Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Platanus*. Bot. Arch., 7, 388–417 (1924).

(10) CAPOOR, S. P.: The life history of *Holoptelea integrifolia* PLANCH. *(Ulmaceae)*. Beih. Bot. Centralblatt, 57, Abt. A, 233–249 (1937b).

(11) CONDIT, I. J.: Cytological and morphological studies in the genus *Ficus*. I, Chromosome number and morphology in seven species. University of California publications in botany, 11, 233–244 (1928).

(12) CONDIT, I. J.: Cytological and morphological studies in the genus *Ficus*. II. Chromosome number and morphology in thirty-one species. University of California publications in botany, 17, 61–74 (1933).

(13) CONDIT, I. J.: Cytological studies in the genus *Ficus* III. Chromosome number in sixty-two species. Madroño, 17, 153–155 (1964).

(14) CONTANDRIOPOULOS, J.: Recherches sur la flore endemique de la Corse et sur ses origines. Ann. fac. sci. Marseilles, 32, 1–354 (1962).

DAHLGREN, R., EHRENDORFER, F.: New evidence of relationships and modern systems of classification of the angiosperms. Nord. J. Bot. 3, 1–155 (1983, Eds.).

(15) D'AMATO, F.: Embriologia di *Ulmus campestris* L. Nuovo Giornale Botanico Italiano, 47, 2, 247–263 (1940a).

(16) DELAY, C.: Recherches sur la structure des noyaux quiescents chez les Phanerogames. Rev. Cyt. et Cytophysiologie Végetales, 9, 169–222, 10, 103–229 (1947).

(17) DELAY, J.: Quest-Mediterranee-Atlantique. Informat. Ann. Caryosyst. et Cytogenet. 3, 24 (1969).

(18) DUFFIELD, J. W.: Chromosome counts in *Quercus*. Amer. J. Bot. 27, 9, 787–189 (1940).

EHRENDORFER, F.: Evolutionary significance of chromosomal differentiation patterns in Gymnosperms and primitive Angiosperms. – In BECK, C. B.

(Ed.): Origin and early evolution of Angiosperms, 218–240, New York: Columbia University Press (1976).

ENDRESS, P. K.: Systematische Studie über die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den *Hamamelidaceen* und den *Betulaceen*. Bot. Jahrb. Syst. 87, 431–525 (1967).

ENDRESS, P. K.: Gesichtspunkte zur systematischen Stellung der *Eupteleaceen (Magnoliales)*. Untersuchungen über Bau und Entwicklung der generativen Region bei *Euptelea polyandra* SIEB et ZUCC – Ber. Schweiz. Bot. Ges. 79, 229–278 (1969).

ENDRESS, P. K.: Floral structure, systematics and phylogeny in *Trochodendrales*. Ann. Missouri Bot. Gard., 73, 297–324 (1986).

ENDRESS, P. K.: Evolutionary trends in the *Hamamelidales-Fagales*-Group. Pl. Syst. Evol. Suppl. 1, 321–347 (1977).

(19) ERNST, W. R.: The genera of *Hamamelidaceae* and *Platanaceae* in the southeastern United States. J. Arn. Arb. 44, 193–210 (1963).

FEDOROV, AN. A.: Chromosome numbers of flowering plants. – Leningrad: Izdatel'stvo „Nauka" (1969, Ed.).

(20) FOTHERGILL, P. G.: Somatic chromosomes in *Urtica*. Proc. Univ. Durham Phil. Soc. 9, 205–216 (1936).

(21) GADELLA, TH. W. J., KLIPHUIS, E., LINDEMAN, J. C., MENNEGA, E. A.: Chromosome numbers and seedlings of some Angiospermae collected in Brazil. Acta Bot. Neerl., 18, 74–83 (1969).

GOLDBLATT, P. (Ed.): Index to plant chromosome numbers 1975–1978 and 1979–1981. – Missouri Botanical Garden (1981, 1982).

(22) GOLDBLATT, P., ENDRESS, P. K.: Cytology and evolution in *Hamamelidaceae*. J. Arn. Arb. 58, 67–71 (1977).

(23) GRAM, K., LARSEN, C. M., WESTGAARD, M.: Contributions to the cytogenetics of forest trees. II. *Alnus* studies. Kongl. Vetenskap-og Landbohöjskole Arsskrift 1941, 44–58 (1941).

GRANT, V.: Periodicities in the chromosome numbers of angiosperms. – Bot. Gaz. 143, 379–389 (1982a).

GRANT, V.: Chromosome number pattern in primitive angiosperms. – Bot. Gaz. 143, 390–394 (1982b).

(24) GRANT, W. F.: Decreased DNA content of birch *(Betula)* chromosomes at high ploidy as determined by cytophotometry. Chromosoma, 26, 326–336 (1969).

(25) GUHA, S.: Cytology of some members of the *Urticaceae*. Proc. Indian Sci. Congress Assoc., 62, 82 (1977).

(26) GUHA, S.: Two new species of *Pilea*. Proc. Indian Sci. Congress Assoc. (III, C), 65, 121–122 (1978).

(27) HANS, A. S.: Polyploidie in *Trema (Ulmaceae)*. Cytologia 36, 341–345 (1971).

(28) HANS, A. S.: Cytomorphology in arborescent *Moraceae*. J. Arn. Arb., 53, 216–225 (1972).

(29) HEITZ, E.: Der Nachweis der Chromosomen. Vergleichende Studien über ihre Zahl, Größe und Form im Pflanzenreich I. Zeitschr. Bot., 18, 625–681 (1926).

(30) HEITZ, E.: Über multiple und aberrante Chromosomenzahlen. Abh. Naturwiss. Ver. Hamburg 21, 47–57 (1927b).
(31) JANAKI AMAL, E. K.: The origin of the black mulberry. J. Royal Horticult. Soc., 73, 117–120 (1948).
(32) JANAKI AMAL, E. K.: (D. 1945).
(33) JARETZKI, R.: Zur Zytologie der *Fagales.* Planta, 10, 120–137 (1930).
(34) JOHNSON, H.: Die Chromosomenzahlen von *Carpinus betulus* L. Hereditas, 28, 1–2, 228–230 (1942a).
(35) JOSHI, S., RAGHUVANSHI, S. S.: Accessory chromosomes in a tree – *Ficus krishnae.* Ann. Botany (London), 34, 1037–1039 (1970).
(36) KODAMA, A.: Cytological and morphological studies on the plant tumors. II. Root nodules of three species of *Alnus.* J. Sci. Hiroshima Univ., series B, Div. 2 (Botany), 13, 260–264 (1970).
(37) KRAUSE, O.: Zytologische Studien bei den *Urticales.* Ber. Deutsch. Bot. Ges. 48, 9–13 (1930).
(38) KRAUSE, O.: Zytologische Studien bei den *Urticales* unter besonderer Berücksichtigung der Gattung *Dorstenia.* Planta, 13, 29–84 (1931).
(39) KRIJTHE, N.: Verslag over de weerkzaamheben voor het iepenziekte comite, verricht an het laboratorium voor erflijkheidsleer in 1938. Tijdschrift over plantenziekten 45, 63–70 (1939).
(40) KUMAR, V., CHANHAN, K. P. S.: Cytology of *Cyananthus linifolius* WALL. Catalogue Proc. Indian Sci. Congress Assoc., 62, 130 (1975).
(41) LARSEN, K.: Cytological and experimental studies on the flowering plants of the Canary Islands. K. Dansk Videnskab. Seleskab. Biol. Skr. 11, 1–60 (1960).
(42) LARSEN, K.: Conribution to the cytology of the endemic Canarian element. Bot. Notiser, 115, 196–202 (1962).
(43) LECOQ, C.: Contribution a l'étude cyto-taxonomique des Moracées et des Urticacées. Rev. Gén. Bot, 70, 830, 385–426 (1963).
(44) LECOQ, C.: Étude cyto-taxonomique de six Moracées. Bull. Museum d'Hist. Nat., 36, 869–873 (1964).
(45) LELIVELD, J. A.: Cytological studies in the genus *Ulmus* L. I. The supposed hybrid nature of the dutch elm. Genetica, 15, 425–432 (1933).
(46) LÖVE, A.: Cytotaxonomical evolution of corresponding taxa. Vegetatio, 5–6, 212–224 (1954).
(47) LÖVE, A., LÖVE, D.: Cytotaxonomical studies on boreal plants II. Some new chromosome numbers of skandinavian plants. Ark. Bot. Kungl. Svenska vetenskapsakademien, 31 A, 12, 1–22 (1944).
(48) LÖVE, A., LÖVE, D.: Chromosome numbers of northern plant species. Repts. Dep. Agric. Univ. Inst. Appl. Sci. (Iceland), Ser. B, 3, 9–131 (1948).
(49) LÖVE, A., LÖVE, D.: Cytotaxonomical conspectus of the Icelandic flora. Acta Horti Gothoburgensis, 20, 65–291 (1956b).
(50) LÖVE, A., LÖVE, D.: Cytotaxonomy of the alpine vascular plants of Mount Washington. Univ. Colorado studies, ser. biol., 24, 1–74 (1966).
(51) MANGENOT, S., MANGENOT, G.: Deuxiéme list de nombres chromosomique nouveaux chez diverses dicotylédones et monocotylédones d'Afrique occidentale. Bull. Jardin Bot. l'Etat (Bruxelles), 28, 315–329 (1958).

(52) MANGENOT, S., MANGENOT, G.: Enquete sur les nombres chromosomiques dans une collection d'espéces tropicales. Rev. Cyt. Biol. Vég., 25, 411–447 (1962).
(53) MCKAY, J. W., MCKAY, H. H.: Microsporogenesis in *Juglans intermedia* CARR. Amer. J. Bot. 28, suppl. 4 (1941).
(54) MEHRA, P. N.: Cytogenetical evolution of hardwoods. Nucleus, 15, 64–83 (1972).
(55) MEHRA, P. N.: Cytology of himalayan hardwoods. Calcutta, Sree Saraswaty Press (1976).
(56) MEHRA, P. N., GILL, B. S.: Cytological studies in *Ulmaceae, Moraceae* and *Urticaceae.* J. Arn., 55, 663–677 (1974).
(57) MEHRA, P. N., HANS, A. S.: Comparison of diploid and natural polyploid hardwoods. J. Indian Bot. Soc., 51, 319–325 (1972).
(58) MEHRA, P. N., HANS, A. S., JAREEN, T. S.: Cytomorphology of Himalayan *Fagaceae.* Silvae Genet. 21, 102–109 (1972).
(59) MEHRA, P. N., KHOSLA, P. K.: Cytogenetical studies of east Himalayan *Hamamelidaceae, Combretaceae* and *Myrtaceae.* Silvae Genet., 21, 186–190 (1972).
(60) MENNEMA, J., SEGAL, S.: Het geslacht *Parietaria* in Nederland. 1. Gorteria, 3, 96–102 (1967).
MOORE, R. J. (Ed.): I, 1973, 1974, 1977.
MORAWETZ, W.: Remarks on karyological differentiation patterns in tropical woody plants. Pl. Syst. Evol. 152, 49–100 (1986).
(61) NAKAJIMA, G.: Cytological studies in some flowering dioecious plants, with special reference to the sex chromosomes. Cytologia, 12, 2–3, 262–270 (1942).
(62) NEVLING, L. I.: Ecology of an elfin forest in Puerto Rico. 3. Chromosome numbers of some flowering plants. J. Arn. Arb. 50, 99–103 (1969).
(63) NICHARAT, S., GILLETT, G. W.: A review of the taxonomy of Hawaiian *Pipturus (Urticaceae)* by anatomical and cytological evidence. Brittonia, 22, 191–206 (1970).
(64) OKABE, S.: Apomixis in the genus *Boehmeria.* Sci. Reports Research Inst. Tohoku Univ. Ser. 4, Biol. 29, 207–215 (1963).
(64a) OKADA, H.: Karyomorphological studies of woody *Polycarpicae.* J. Sci. Hiroshima Univ. Ser. B Div. 2, Bot. 15, 115–200 (1975).
ONDRUFF, R.: Index to Plant Chromosome Numbers for 1965, 1966. Regnum Veg. vol. 50, 55 (1967, 1968, Ed.).
(65) ONO, N.: Chromosome numbers of some south American species of *Nothofagus (Fagaceae).* Bot. Mag. Tokyo, 90, 313–316 (1977).
(66) OSAWA, J.: Cytological and experimental studies in *Morus* with special reference to triploid mutants. Bull. Imp. Agric. Expt. Sta., Tokyo, 1, 4, 318–370 (1920).
(67) PIZZOLONGO, P.: Ricerche cariotassonomiche su alcune *Hamamelidales.* Annali Bot., 26, 1, 1–18 (1958).
(68) POGAN, E., WCISLAW, H., JANKUN, A. et al.: Further studies in chromosome numbers of polish angiosperms, part 13. Acta Biol. Cracoviensia, Ser. B Bot., 22, 37–69 (1980).

(69) POUCQUET, M. L. de: Études caryologiques sur les *Fagales* 1. Le genre *Alnus*. Bull. Muséum d'Hist. Nat. (Paris), 21, 1, 147–152 (1949a).

(70) POUCQUET, M. L. de: Études caryologiques sur les *Fagales* 2. Le genre *Betula*. Bull. Soc. Sci. Nancy, 8, 1–5 (1949b).

(71) POUCQUET, M. L. de: Études caryologiques sur les *Fagales* 4. Le genres *Castanea, Corylus, Fagus*. Bull. Soc. Sci. Nancy, 8, 57–61 (1950).

(72) PUFF, C.: Zur Biologie von *Myrothamnus flabellifolia* WELW. *(Myrothamnaceae)*. Dinteria, 14, 1–20 (1978).

(73) RATTER, J. A., MILNE, C.: Chromosome numbers of some primitive Angiosperms. Notes Royal Bot. Gard. Edinburgh, 32, 429–438 (1973).

(74) RATTER, J. A., MILNE, C.: Chromosome counts in primitive Angiosperms 2. Notes Royal Bot. Gard. Edinburgh, 35, 143–145 (1976).

(75) SANTAMOUR, F. S.: Chromosome numbers in *Corylopsis*. Morris Arb. Bull., 16, 1, 7 (1965a).

(76) SANTAMOUR, F. S. Jr.: New chromosome counts in *Ulmus* and *Plantanus*. Rhodora, 71, 544–547 (1969).

(77) SANTAMOUR, F. S. Jr.: Chromosome numbers in *Liquidambar*. Rhodora, 74, 287–290 (1972).

(78) SAX, H.: Chromosome numbers in *Quercus*. J. Arn. Arb., 11, 220–223 (1930).

(79) SAX, K.: Chromosome numbers in *Ulmus* an related genera. J. Arn. Arb., 14, 82–84 (1933a).

(80) SAX, K.: Species hybrids in *Platanus* and *Campsis*. J. Arn. Arb., 4, 3, 274–278 (1933b).

(81) SHARMA, A., SARKAR, A. K. (Eds): Chromosome number reports. In: Annual report, Univ. of Calcutta. The research bulletin, 2, 38–48 (1967–68).

(82) SHARMA, A. K.: Annual report, 1967–68. The research bulletin, Univ. of. Calcutta, 2, 1–50 (1970).

(83) SHARMA, B. R.: Cytology of some north-west Himalayan *Urticaceae*. J. Indian Bot. Soc. 40, 3, 355–364 (1961).

(84) SHARMA, M. L., MEHRA, P. N.: Chromosome numbers in east Himalayan *Urticaceae*. Cytologia, 44, 799–808 (1979).

(85) SINOTO, Y.: On the tetrapartite chromosome in *Humulus lupulus*. Proc. (Imp.) Acad. Japan, 5, 46–47 (1929a).

(86) SINOTO, Y.: Chromosome studies in some dioecious plants, with special reference to the allosomes. Cytologia, 1, 109–191 (1929b).

(87) SKALINSKA, M., JANKUN, A., WCISLO, H. et al.: Studies in chromosome numbers of Polish Angiosperms. VIII. Acta Biol. Cracoviensia, Ser. Bot., 14, 55–102 (1971).

(88) SKALINSKA, M., MALECKA, J., IZMAILOV, R. et al.: Further studies in chromosome numbers of Polish Angiosperms. X. Acta Biol. Cracoviensia, Ser. Bot., 17, 133–164 (1974).

(89) SKALINSKA, M., JANKUN, A., WCISLO, H. et al.: Further studies in chromosome numbers of Polish Angiosperms. XI. Acta Biol. Cracoviensia, Ser. Bot., 19, 107–148 (1976).

(90) SKALINSKA, M., POGAN, E., CZAPIK, R. et al.: Further studies in chromosome numbers of Polish Angiosperms. XII. Acta Biol. Cracoviensia, Ser. Bot., 21, 31–63 (1978).
(91) SKOTTSBERG, C.: Chromosome numbers in Hawaiian flowering plants. Arkiv för Botanik, 3, 63–70 (1955).
(92) STRASBURGER, E.: Sexuelle und apogame Fortpflanzung bei Urticaceen. Jahrb. Wiss. Botanik, Berlin, 47, 245–288 (1910).
(93) STOKES, J.: Cytological studies in the *Myricaceae.* Bot. Gaz., 99, 387–399 (1937).
(94) STONE, D. E.: Ploidal level and stomatal size in American hickory *(Carya).* Brittonia, 13, 293–302 (1961).
(95) STONE, D. E.: Pollen size in hickory *(Carya).* Brittonia, 15, 208–214 (1963).
(96) STONE, D. E.: New chromosome counts for two species of hickory *(Carya).* Brittonia, 16, 230 (1964).
(97) SUGIURA, T.: Studies on the chromosome numbers in higher plants with special reference to the cytokinesis 1. Cytologia, 7, 544–595 (1936b).
TAKHTAJAN, A.: Evolution und Ausbreitung der Blütenpflanzen. Stuttgart – G. Fischer (1973).
(98) TAYLOR, R. L., MULLIGAN, G. A.: Cytological aspects of the vascular plants. In: Flora of the Queen Charlotte Islands. Part 2. pp. 148. Ottawa: Queen Printer (1968).
(99) WALKER, R. I.: Chromosome numbers in *Ulmus.* Science, 75, 107 (1932).
(100) WEAVER, R. E. Jr.: Studies in north American genus *Fothergilla (Hamamelidaceae).* J. Arn. Arb. 50, 599–619 (1969).
(101) WEBSTER, G. L., MILLER, K. I.: The chromosomes and relationship of *Leitneria.* Amer. J. Bot. 50, 638 (1963).
(102) WETZEL, G.: Chromosomenzahlen bei den *Fagales.* Ber. Deutsch. Bot. Ges., 45, 251–252 (1927).
(103) WETZEL, G.: Chromosomenstudien bei den *Fagales.* Ber. Deutsch. Bot. Ges., 46, 212–214 (1928).
(104) WETZEL, G.: Chromosomenstudien bei den *Fagales.* Bot. Archiv, 25, 257–283 (1929).
(105) WHITAKER, T. W.: Chromosome numbers and relationship in the *Magnoliales.* J. Arn. Arb., 14, 376–385 (1933).
(106) WOODLAND, D. W., BASSETT, I. J., CROMPTON, C. W The annual species of stinging nettle *(Hesperocnide* and *Urtica)* in North America. Canad. J Bot., 54, 374–383 (1976).
(107) WOODWORTH, R. H.: Cytological studies in the *Betulaceae.* I. *Betula.* Bot. Gaz., 87, 3, 331–363 (1929a).
(108) WOODWORTH, R. H.: Cytological studies in the *Betulaceae.* II. *Corylus* and *Alnus.* Bot. Gaz., 88, 4, 383–399 (1929b).
(109) WOODWORTH, R. H.: Cytological studies in the *Betulaceae.* III. Parthenogenesis and polyembryony in *Alnus rugosa.* Bot. Gaz., 89, 4, 402–409 (1930a).
(110) WOODWORTH, R. H.: Cytological studies in the *Betulaceae.* IV *Betula, Carpinus, Ostroya, Ostryopsis.* Botanical Gaz., 90, 1, 108–115 (1930b).

(111) WOODWORTH, R. H.: Meiosis of microsporogenesis in the *Juglandaceae.* Amer. J. Bot. 17, 9, 863–869 (1930c).
(112) WOODWORTH, R. H.: Polyploidy in the *Betulaceae.* J. Arn. Arb., 12, 3, 206–217 (1931).
(113) YAHARA, T.: Taxonomic studies of the *Urticaceae.* 1. The genus *Boehmeria* in Thailand. Acta Phytotaxonomica Geobotanica, 32, 1–21 (1981).
(114) GOLDBLATT, P.: Miscellanous chromosome counts in angiosperms, II. Including new family and generic records. Annals of the Missouri Botanical Garden, 66, 856–861 (1979).

Frau Dr. ROSABELLE SAMUEL danken wir herzlichst für die wertvolle Diskussion und Hilfe bei den Chromosomenuntersuchungen. Die vorliegende Studie wurde durch den Fonds zur „Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich“ (Projekt P6237B), durch Mittel der Hochschuljubiläumsstiftung (Projektansuchen 1986) und MAB 7/1 gefördert.

Adresse der Autoren: Univ.-Doz. Dr. WILFRIED MORAWETZ, cand. phil. HEIMO RAINER, Institut für Botanik und Botanischer Garten der Universität Wien, Rennweg 14, A-1030 Wien, Austria.